日本マイクログラビティ応用学会誌 Vol. 18 No. 3 2001（136−139）

特集：落下施設を利用した微小重力実験
（解説）

地下無重力実験センターの微小重力環境10秒間の高精度落下実験施設

小出　彰

JAMIC Drop-shaft Type Microgravity Facility Accommodating 10-seconds Microgravity

Akira KOIDE

Abstract

The drop-shaft type microgravity experiment system of Japan Microgravity Center（JAMIC）in Kamisunagawa-machi, Hokkaidou, is the largeset on ein the world boasting of a duration of 10 seconds of microgravity condition, and now in constant and effective use by many researchers and scientists from all over the world.

1. はじめに

落下塔を利用した微小重力環境は簡便で，安価な実験手段である．本稿では，㈱地下無重力実験センター（JAMIC）の設備をはじめて利用される方々の利便のために，同設備の概要，利用の手続き，提出書類等を簡単に紹介する．

2. 施設の概要

2.1 システムの基本性能

JAMICの落下型無重力実験システムの基本性能は次の通りである．

- 微小重力レベル：10^{-5} G
- 微小重力時間：10秒
- 制動時最大減速加速度：8 G
- 実験部環境
  - 気圧：1 atm（大気圧）
  - 温度：20〜45℃
  - 磁場環境：4 ガウス以下
- 搭載可能実験装置最大重量：500 Kg
- 搭載可能最大寸法（mm）：870 W×870 L×918 H
- 制動方式：エアブレーキ及びメカニカルブレーキの併用
- データ伝送方式：リアルタイムカラー画像伝送（2 ch）
  双方向通信伝送システム（10 Mbps）

2.2 システム構成

JAMICの落下型無重力実験システムはドロップシャフト，落下カプセル，制御部およびデータ通信部から構成されている．

2.2.1 ドロップシャフト

ドロップシャフトは**Fig. 1**に示すように，全長710 mで，このうち490 mが自由落下部，200 mが制動部，20 mが非常制動部である．

落下カプセルはドロップシャフト内のガイドレールに添って落下するが，自由落下中は磁気ガイド制御装置により，接触はしない．

制動部は，制動槽，エアダンピングオリフィス，メカニカルブレーキからなる．

2.2.2 落下カプセル

落下カプセルは中に実験装置を組込み自由落下させる装置で，**Fig. 2**に示すように，内カプセルと外カプセルの二重構造となっており，外カプセルはスラスタモジュール，ペイロードモジュール，バスモジュールから構成される．

スラスタモジュールは，上部方向に圧縮空気を噴射させて，空気中を落下するカプセルの落下速度を真空中落下と同じにする（空気抗力補償）機能を有している．

ペイロードモジュールは内カプセルを落下直前まで把持し，落下中は内カプセルが，ペイロードモジュールに接触しないように，落下直後に内カプセルの姿勢を制御する．落下中はスラスタ噴射力制御のため，内カプセルの位置を計測している．制動槽突入時には内カプセルの着地衝撃を吸収する緩衝機能を有している．

㈱地下無重力実験センター利用支援室　〒169−8624 東京都新宿区西早稲田 3−30−16
Japan Microgravity Center Marketing & Sales Promotion dept., 3−30−16 Nishiwaseda, Shinjuku-ku, Tokyo 169−8624, Japan
（E-mail: kato@jsup.or.jp）

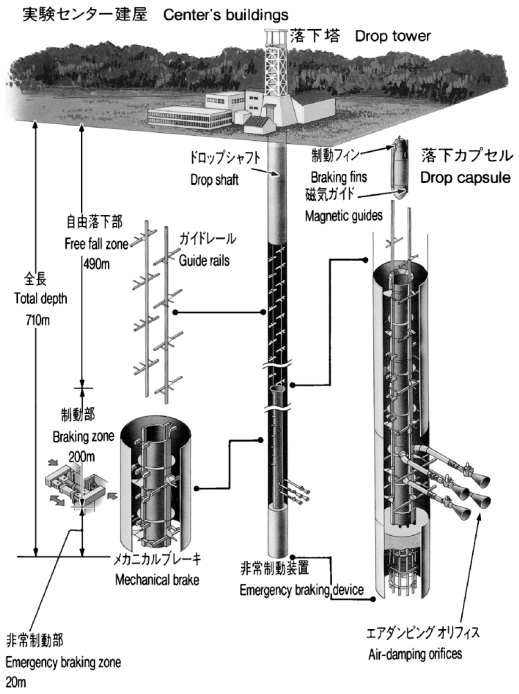

Fig. 1 Drop shaft.

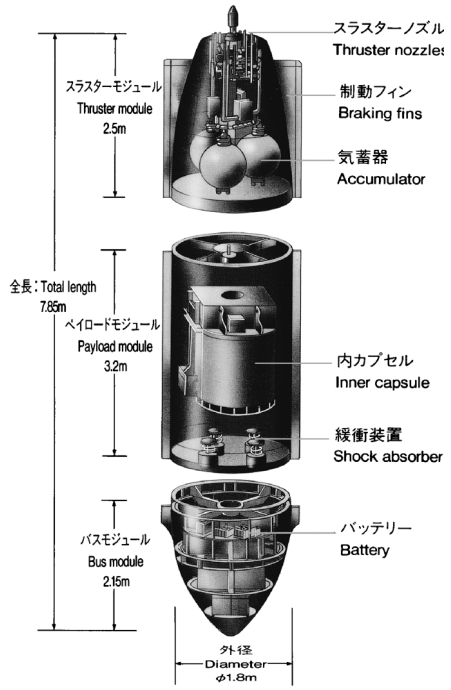

Fig. 2 Drop capsule.

ペイロードモジュール内は真空に保たれているので，実験装置は真空中を自由落下していることになり，外カプセルから振動等の外乱は内カプセルに伝わらない．その結果，内カプセルの中では良好な無重力状態が作り出される．

バスモジュールは地上とカプセルとの通信機能，データ記録，落下カプセル全体をコントロールする機能を有している．

2.2.3 実験装置の制御・通信

実験装置が内カプセルに組込まれた後，ユーザは制御モニタ室にある実験操作用ディスプレイ，実験観察用カラーモニタを見ながらコマンドスイッチを ON/OFF して，実験装置を制御することができる．

落下中の実験の模様は上記モニタによりリアルタイムで観察ができる．

観察途中で制御モニタ室からコマンドを送信し，落下中の装置を制御できる双方向光通信システムとなっている．

2.2.4 制動，回収

落下カプセルは10秒間の自由落下後，全長200 m の鋼管製制動槽に秒速98 m で突入する．制動槽の内径は1.9 m，落下カプセルの外径は1.8 m であり，その隙間は50 mm なので，制動槽内の空気は急激に圧縮され，その反力により，落下カプセルは急激に減速される．落下カプセルを制動槽内でスムーズに減速するために，エアダンピングオリフィス （余剰圧縮空気排出部）が制動槽の最下部付近に設置されている．

制動槽に約160 m 突入した位置で，落下カプセルは機械式ブレーキ（ディスクブレーキの一種）で停止する．

制動時減速加速度は，平均約 3 g，最大ピーク約 8 g で制動される．この水準の制動加速度であれば，市販器材は勿論，普段実験室で使用している実験装置程度のものでも，損傷なしに回収でき，引続き微小重力実験を繰返すことができる．落下カプセルの回収はワイヤの先端に取付けた自動回収機をドロップシャフトの上部から降ろして行う．

回収後，落下カプセルはモジュールに分解され，内カプセルがペイロードモジュールから取出され，次に実験装置が内カプセルから回収され，ユーザに返却される．

3. 実験支援機器

JAMIC では利用者の便宜に供するため，実験用ラックに温度，音圧，微小重力加速度，制動加速度等の実験環境データ計測器（「共通実験支援機器」）を搭載している．また実験機器に共通する汎用機器（「個別実験支援機器」）を用意している．

さらに，生物化学実験機器，物理計測実験機器，共用実験装置や実験装置の調整，あるいは修理のための工具類を準備している．

これらのデータ・機器・装置の提供サービスを希望される場合は 4 章に記載する「実験計画書」に明記する．

3.1 共通実験支援機器

内カプセル内の実験環境データを **Table 1** 記載のセンサで測定し記録する．センサ類は実験用ラックに搭載される．データは実験後フロッピーディスク等で提供される．

3.2 個別実験支援機器

個々の実験で共通的/汎用的に利用できる **Table 2** に記

Table 1　Sensors in the common experiment support device

名　　称	計測範囲	計測精度
微小重力加速度センサ	1×10^{-5}〜10^{-2} G	1×10^{-5}
制動加速度センサ	±15 G	1×10^{-2}
温度センサ	0〜100℃	±0.5℃
圧力センサ	0〜30 psi	±0.1%FS 以内
騒音計	40〜90 db（31.5〜8 kHz）	0.1 db

Table 2　Support devices for individual experiment

名　　称	台数
CCD カメラ	2 台
VTR	2 台
高速度カメラ	1 台
ビデオタイマ	3 台
ビデオ画像分割器	3 台

Table 3　Equipments for data monitoring

名　　称	台数
実験操作用ディスプレイ	4 台
実験観察用カラーモニタ	2 台

載している機器をJAMIC で用意している．これらの装置はユーザの実験スペースに搭載する必要があり，それを考慮して実験装置の開発を行う．なお数量に限りがあり，使用は原則として申し込みの順になっている．

カメラ関係の照明はユーザ側で準備する．

3.3　データモニタリング機器

実験中のデータ及び画像は **Table 3** の制御モニタ室にある実験操作用ディスプレイ，実験観察用カラーモニタで表示できる．

データには，信号名称，単位，工学値変換係数の登録が可能で，データの表示に信号名称，単位，工学値表示が付加される．一画面には任意の 8 データが重ね合わせて，グラフ表示またはデジタル表示できる．

各画面では表示時間幅の設定，グラフの表示シフト量の設定，任意時点のデータのデジタル表示等，データの表示方法を設定することが可能である．

3.4　生物化学実験機器

生物化学実験等の準備が円滑に行われるようドラフトチャンバ，電気孵卵器，クリーンベンチ，オートクレーブ，恒温槽，乾燥機，インキュベータ，CO_2 インキュベータ，冷凍庫，冷蔵庫，恒温恒湿機，遠心分離器，PH 計，動物飼育箱を準備している各機器の詳細，注意事項等は取扱説明書を参照されたい．

3.5　物理計測実験機器

物理計測実験等の準備のために，試料保管庫，ガスクロ分析装置，直示天秤，電子天秤，光学顕微鏡，純水製造供給装置，超純水製造装置，白黒フィルム現像機，フィルムモショナナライザー，高速ビデオ解析用パソコンを用意している．各機器の詳細，注意事項等は取扱説明書を参照されたい．

3.6　試験装置調整機器，工作・修理機器等

実験装置の調整のため，マルチメータ，オシロスコープ，ペンレコーダ，実験装置シミュレータ，実験用ラッチチェッカ，携帯型シミュレータを，また工作・修理が必要になったときのために，機器や工具類を準備している．

3.7　共用実験装置

共用実験装置は有償利用機器で，流体物理実験装置，観察機能付均熱炉，循環式水冷却装置，急冷機構付電気炉，燃焼実験装置，DC250V 電源，AC100V−50A 電源がある．使用にあたっては，契約前に JAMIC にご相談されたい．

4.　利用の手続き

JAMIC の施設を利用するための手順を以下に述べる．

4.1　利用申込み

落下実験を行うことが決定すれば，「地下無重力実験センター施設・設備利用申込書」（様式 1）を提出する．これにより，JAMIC で落下スケジュールの調整を行い，落下日を設定する．

また，必要に応じ，見積書の作成，施設利用契約の締結を行う．

4.2　実験計画書

利用申込みと同時に，「実験計画書」（様式 2）を提出する．これは実験装置のリソース要求のためのもので，この時点で，詳細が決定していない場合，実験計画書の 1 から 5 ページに概略を記入し，実験計画書の 6 ページ以降は落下日の 2 ヶ月前までに提出する．その後は，変更がある都度提出する．

計画書を基に，実験装置と設備側のインタフェース確認をおこなう．

複数の実験装置を搭載する場合には，リソースの配分や，実験装置間で干渉が無いことを確認する必要があるので，2 ヶ月前の提出をお願いしている．

4.3　利用研究者名簿

落下実験予定日の 1 週間前までに「地下無重力実験センター利用研究者名簿」（様式 3）を提出する．

これにより，実験センターでは，研究員控室，実験室の割振り，上着，安全靴，名札等の準備をおこなう．

また資材の搬入予定日，搬入個数も記載する．資材の搬入は確実に受け入れるため，JAMIC の稼働日にお願いしている．

以上の書類の提出はすべて Email（または Fax）で利用支援室宛ておこなう．

5. おわりに

JAMIC の施設を利用して実験を行うための手順を簡単に述べた．実験者の利便のため当社ではユーザズガイドを発行している．詳しいインタフェース等はそちらを参照されたい．また，実験計画等で JAMIC との打ち合わせが必要な場合，あるいはご不明な点は利用支援室に問い合わせされたい．なお，弊社ホームページからも，ユーザズガイド，提出書類等はダウンロード可能である．

利用支援室：user@jamic.co.jp
URL　　：http://www.jamic.co.jp/

（2001年 5 月29日受理）